(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 9 月 29 日(29.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/118131 A1

(51) 国際特許分類:
F01D 5/18 (2006.01) *F02C 7/18* (2006.01)
F01D 9/02 (2006.01) *F23R 3/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001207

(22) 国際出願日: 2011 年 3 月 2 日(02.03.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-067329 2010 年 3 月 24 日(24.03.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 Hyogo (JP). ベー・ウント・ベー・アゲマ・ゲーエムベーハー(B&B AGEMA GmbH) [DE/DE]; 52070 アーヘン、ユーリヒャー ストラーセ ３３８ Aachen (DE).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 良造 (TANAKA, Ryozo). 餝 雅英(KAZARI, Masahide). 杉本 隆雄(SUGIMOTO, Takao). クステラー カーステン(KUSTERER, Karsten). ボーン ディーター(BOHN, Dieter). イリヤス アナス (ELYAS, Anas).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町１２３番地の１ 貿易ビル３階 Hyogo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

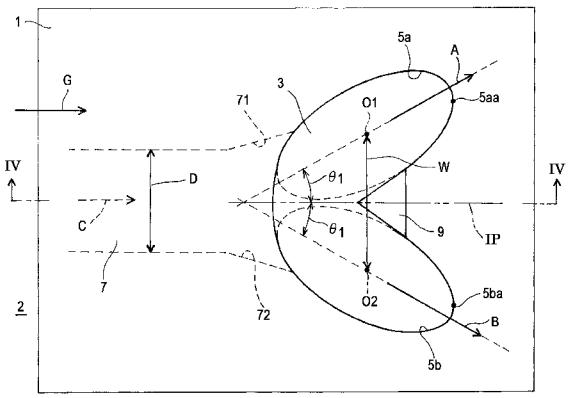
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) **Title**: DOUBLE-JET FILM COOLING STRUCTURE

(54) 発明の名称 : ダブルジェット式フィルム冷却構造

[図2]



(57) **Abstract**: Provided is a film cooling structure which prevents a cooling medium film from being stripped off from a wall surface and increases the efficiency of the film on the wall surface, thereby allowing the wall surface to be efficiently cooled. The wall surface (1) facing a passageway (2) for a high-temperature gas (G) is provided with one or more pairs of jet holes (5a, 5b) through which a cooling medium (C) is issued into the passageway (2). Each of the pairs of jet holes (5a, 5b) is supplied with the cooling medium (C) through a single supply passageway (7) which is formed in the wall. Between the jet holes (5a and 5b) of each of the pairs, a distributing portion (9) is located to be more frontward than the rear ends (5aa,5ba) of the jet holes so as to distribute the cooling medium (C) from the supply passageway (7) to the jet holes of each of the pairs. The direction of a jet of the cooling medium (C) is set at an angle to the direction of flow of the high-temperature gas (G) so that the cooling medium from the jet holes of each pair forms vortexes (S1,S2) in the directions in which the flows of the cooling medium push each other against the wall surface.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/118131 A1

(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

冷却媒体フィルムが壁面から剥離することを抑制することにより、壁面上におけるフィルム効率を高めて、壁面を効率的に冷却できるフィルム冷却構造を提供する。高温ガス（Ｇ）の通路（２）に臨む壁面（１）に、冷却媒体（Ｃ）を前記通路（２）に噴出する１対以上の噴出孔（５ａ，５ｂ）が設けられ、前記各対の噴出孔（５ａ，５ｂ）に前記冷却媒体（Ｃ）を供給する単一の供給通路（７）が壁内に形成され、前記各対の噴出孔（５ａ，５ｂ）の間に、これら噴出孔の後端（５ａａ，５ｂａ）よりも前方に位置し、前記供給通路（７）からの冷却媒体（Ｃ）を各対の噴出孔に振り分ける振り分け部（９）が形成され、各対の噴出孔からの冷却媒体が、これら冷却媒体を互いに前記壁面に押しつける方向の渦流（Ｓ１，Ｓ２）を形成するように、前記冷却媒体（Ｃ）の噴出方向が、前記高温ガス（Ｇ）の流れ方向に対して傾斜して設定されている。

明　細　書

発明の名称 ： ダブルジェット式フィルム冷却構造

技術分野

[0001] 本発明は、ガスタービンエンジンにおける動翼、静翼、燃焼器の内筒などのように高温ガスの通路に臨む壁面に噴出孔を設け、この噴出孔から噴出される冷却媒体を壁面に沿って流すことによって壁面の冷却を行うフィルム冷却構造に関する。

背景技術

[0002] 従来、ガスタービンエンジン（以下、単に「ガスタービン」という。）における動翼のような壁面には、同一方向を指向する多数の噴出孔が設けられ、これら噴出孔から噴出される空気のような冷却媒体のフィルム流により、高温ガスに曝される前記壁面を冷却する。このようなフィルム冷却構造として、例えば、冷却媒体の壁面への噴出口の中央部に、前記噴出孔の後端位置に底辺がある平面視でほぼ二等辺三角形状をなし、かつその頂点部分が上流側（前側）に位置するリブを設け、このリブにより冷却媒体を左右方向に分散させて、壁面の均一な冷却を図ることが提案されている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００８－２４８７３３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の冷却構造では、リブが噴出孔の後端まで延び、かつ冷却媒体の流れ方向に沿って延びるリブの両側面に、壁面の内方から壁面にかけて両冷却媒体流の中央方向に向かって傾斜する傾斜面が形成されているので、リブによる冷却媒体流の分離が十分でない。つまり、冷却媒体はリブによって分離されて左右一対の流れとなるが、その際にリブの傾斜した両側面に沿って、一部の冷却媒体がリブの前端から後端まで、すなわち、噴出孔の後端までの広

い領域にわたって一対の冷却媒体流間の中央軸方向に向かってガイドされる。これにより、一部の冷却媒体が噴出孔の後端から前記中央方向へ向かって斜め後方へ噴出されるので、両冷却媒体流の分離が十分になされなくなる。この場合、両冷却媒体流間の低圧部に前記一部の冷却媒体が流れ込む結果、低圧部の圧力が上昇し、冷却媒体流が壁面から剥離し易くなるために、壁面上における冷却効率を示すフィルム効率が低くなる。ここで、フィルム効率とは、$\eta_{f,ad}$＝（Ｔｇ—Ｔｆ）／（Ｔｇ—Ｔｃ）で表される指標である。この式において、Ｔｇはガスの温度、Ｔｆは壁面の表面温度、Ｔｃは壁面上における冷却媒体の温度である。

[0005] そこで、本発明は、冷却媒体フィルムが壁面から剥離することを抑制することにより、ガスタービンの動，静翼などの壁面上におけるフィルム効率を高めて、壁面を効率的に冷却することができるフィルム冷却構造を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明に係るダブルジェット式フィルム冷却構造は、高温ガスの通路に臨む壁面に、冷却媒体を前記通路に噴出する１対以上の噴出孔が設けられ、前記各対の噴出孔に前記冷却媒体を供給する単一の供給通路が壁内に形成され、前記各対の噴出孔の間に、これら噴出孔の後端よりも前方に位置し、前記供給通路からの冷却媒体を各対の噴出孔に振り分ける振り分け部が形成され、各対の噴出孔からの冷却媒体が、これら冷却媒体を互いに前記壁面に押しつける方向の渦流を形成するように、前記冷却媒体の噴出方向が、前記高温ガスの流れ方向に対して傾斜して設定されている。

[0007] この構成によれば、単一の供給通路を通った冷却媒体が、振り分け部により、１対の噴出孔に向かうように振り分けられる。このとき、振り分け部は噴出孔の後端よりも前方に位置しているから、振り分けられた後の冷却媒体が噴出孔の後部により規制されて、指向性の高い１対の直進流を形成する。この指向性の高い１対の直進流の間には、十分圧力の低い低圧部が生じるの

で、直進流が形成する渦流により、直進流の周りからこの低圧部に巻き込まれて壁面に向かう強い流れが形成される。このため、冷却媒体が壁面から剥離することが抑制され、壁面上におけるフィルム効率が高められて、壁面が効果的に冷却される。

[0008] 前記振り分け部は、この振り分け部に衝突する冷却媒体の進入方向と直交する仮想直交面に対し、前記進入方向と直交する軸心回りに後方へ傾斜していることが好ましい。この構成によれば、振り分け部に衝突する冷却媒体が、各噴出孔の方向に均等に振り分けられる。その際、振り分け部には傾斜した側面が存在しないので、振り分けられた１対の冷却媒体の一部が冷却媒体の進行方向に沿った中央部に流出することが抑制されて、両冷却媒体の分離が十分になされる。その結果、冷媒の前記直進流間に確実に低圧部が形成され、渦流が冷却媒体の流れを強力に壁面に押し付ける。

[0009] 前記１対の噴出孔からの前記冷却媒体の各噴出方向の、前記高温ガスの流れ方向に対する前記壁面上に沿った水平方向噴出角度が、前記流れ方向を挟んで互いに反対方向を向くθ１に設定されていることが好ましい。これにより、高温ガスの流れ方向に沿って、壁面上に冷却媒体のフィルム流が効果的に形成されて、フィルム効率が一層向上する。

[0010] 前記水平方向噴出角度θ１は５～８５°の範囲にあることが好ましく、他方、前記各噴出孔から前記高温ガス通路へ噴出される前記冷却媒体の噴出方向と前記壁面とがなす縦方向噴出角度θ２は５～８５°の範囲にあることが好ましい。また、前記１対の噴出孔の、前記壁面に臨む開口における、前記振り分け部を除いた形状が、それぞれ、前記噴出方向を長軸とするほぼ楕円形状であり、これら２つの楕円形状の中心間隔が、前記供給通路の孔径Ｄに対して０～２Ｄに設定されていることが好ましい。さらに、前記供給通路の長さＬ１が、前記供給通路の孔径Ｄに対して０～１０Ｄに設定されていることが好ましく、また、前記供給通路の出口から前記１対の噴出孔の前記壁面に臨む開口までの距離Ｌ２が、前記供給通路の孔径Ｄに対して０．５～６Ｄに設定されていることが好ましい。これら好ましい構成によれば、壁面に向

かう強い渦が生成されて、壁面をより効果的に冷却できる。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、高温ガスに曝される壁面上における冷却媒体の剥離を抑制して壁面上に良好なフィルム流を生成することができ、これにより壁面の冷却を効率的に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、本発明の一実施形態にかかるフィルム冷却構造を適用した高温ガスに曝される壁面の一部を示す平面図である。

[図2]図２は、各対の噴出孔が形成された壁面を拡大して示す平面図である。

[図3]図３は、図１の冷却構造の概略構成を示す斜視図である。

[図4]図４は、図２のIV-IV線に沿った断面図である。

[図5]図５は、図１の冷却構造に設けられた振り分け部の作用を示す平面図である。

[図6]図６は、壁面の外表面に形成される冷却媒体の流れを説明する図である。

[図7]図７は、壁面に得られるフィルム効率の等値線図である。

[図8]図８は、本発明の実施例を示すタービン動翼の斜視図である。

[図9]図９は、同タービン動翼の縦断面図である。

[図10]図１０は、図９のX-X線に沿った横断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下，本発明の好ましい実施形態を図面に基づいて説明する。

[0014] 図１は本発明の一実施形態であるダブルジェット式フィルム冷却構造を適用した壁面１の平面図である。壁面１は矢印方向に流れる高温ガスＧに曝されている。この壁面１には、高温ガスＧの通路２に空気のような冷却媒体を噴出する噴出開口３が、高温ガスＧの流れ方向にほぼ直交する方向（図１の上下方向）に複数並べて配置されている。なお、以下の説明において、高温ガスＧの流れ方向に沿った上流側を前側と呼び、下流側を後側と呼ぶ。

[0015] 各噴出開口３は、上下方向に並べて配置された１対をなす第１および第２

噴出孔５ａ，５ｂを含んでいる。これら各対の噴出孔５ａ，５ｂは、ドリルなどにより壁面１に対して斜め方向から開孔された円孔であり、壁面１上では、後に詳述する楕円形状に開口している。各対の噴出孔５ａ，５ｂは、図２の拡大正面図に示すように、噴出孔５ａ，５ｂから噴出される冷却媒体Ｃの噴出方向Ａ，Ｂが、壁面１に沿った面上で、つまり壁面１と直交する方向から見た平面視で、互いに異なる方向を指向するように形成されている。その結果、両冷却媒体Ｃ，Ｃは互いに離間する方向に噴出される。

[0016] 壁面１の壁内には、各対の両噴出孔５ａ，５ｂに冷却媒体Ｃを供給する単一の供給通路７が形成されている。供給通路７は、円形の横断面を有し、壁面１の壁内で、噴出開口３から前方（上流側）に傾斜して延びている。供給通路７の後端から、横断面円形の２つの分岐通路７１，７２が分岐しており、分岐通路７１，７２の壁面１上の開口が噴出孔５ａ，５ｂとなっている。各対の噴出孔５ａ，５ｂは、両噴出孔５ａ，５ｂの中間を通り、高温ガスＧの進行方向に平行でかつ壁面１に直交する仮想平面ＩＰに対して対称に形成されている。

[0017] 斜視図である図３に明示するように、各対の噴出孔５ａ，５ｂの間には、これら噴出孔５ａ，５ｂの後端５ａａ，５ｂｂよりも前方に、振り分け部９が設けられている。図２に示すように、供給通路７は直線通路であり、その通路中心線が前記仮想平面ＩＰ上に位置している。図２のIV-IV線に沿った断面図である図４に示すように、振り分け部９は、供給通路７から供給される冷却媒体Ｃの進行方向上に位置して、冷却媒体Ｃの一部が衝突する曲がりのない平坦な壁面として形成されている。より具体的には、振り分け部９は、供給通路７からの冷却媒体Ｃの進入方向と直交する仮想直交面ＶＰに対し、進入方向と直交する軸心Ｚ回りに後方へ、傾斜角度αで傾斜している。

[0018] 図２～４に示した各対の噴出孔５ａ，５ｂから噴出される冷却媒体Ｃは、相互に影響し合い、相手方を壁面１に押し付けるように作用する。その様子を、図５，６を参照しながら説明する。図４に示すように、供給通路７を通過した冷却媒体Ｃは、壁面１と直交する方向から見た平面視で、両縁部寄り

となる領域を流れる成分Ｃ１，Ｃ２が、振り分け部９によって分離された各噴出孔５ａ，５ｂに流入し、各噴出孔５ａ，５ｂが延在する方向を指向する直進的な冷媒流Ｆ１，Ｆ２として高温ガス通路２に噴出される。特に、噴出孔５ａ，５ｂの後端５ａａ，５ｂａが振り分け部９よりも後方に位置しているので、噴出孔５ａ，５ｂの振り分け部９よりも後方に位置する部分から噴出される直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２は、指向性の高い流れとして形成される。

[0019] 一方、供給通路７を通過した冷却媒体Ｃのうちの、中央部を流れる成分Ｃ３は、振り分け部９に衝突する。振り分け部９に衝突した中央成分Ｃ３の大部分は、上述のように後方に傾斜した平坦面として形成されている振り分け部９に沿って、そのまま中央成分Ｃ３の流れ方向、つまり高温ガスＧの流れ方向に沿った分離流Ｆ３となって振り分け部９から流出する。この分離流Ｆ３は、直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２の間に入って、直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２を分離する作用を持つ。中央成分Ｃ３の一部は両噴出孔５ａ，５ｂに向かう混入流Ｆ４，Ｆ５となり、直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２に混入される。

[0020] 高温ガス通路２の、高温ガスＧの流れ方向と直交する横断面を図６に示す。振り分け部９からの分離流Ｆ３により、指向性の高い直進冷媒流Ｆ１とＦ２とが壁面１に平行な方向に分離される結果、直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２間に強い低圧部１１が発生する。これにより、各直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２の内側部、つまり互いに対向する部分に、壁面１へ向かう流れが生じる。その結果、直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２に、内側で壁面１へ向かって冷却媒体Ｃを巻き込むような互いに逆方向の渦流Ｓ１，Ｓ２が発生する。これらの渦流Ｓ１，Ｓ２は、それぞれ、直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２を壁面１に押し付けるように作用する。

[0021] 低圧部１１を効果的に発生させることにより渦流Ｓ１，Ｓ２を形成して、冷却媒体Ｃを壁面１に押し付ける作用を発揮するために、２つの噴出孔５ａ，５ｂは互いに適切な距離だけ離間して配設される必要がある。図２に示すように、壁面１に臨む噴出開口３における振り分け部９を除いた各対の噴出孔５ａ，５ｂの形状は、それぞれ、噴出方向Ａ，Ｂを長軸とするほぼ楕円状に形成されている。噴出孔５ａと５ｂとは、供給通路７の孔径をＤとして、

噴出孔５ａ，５ｂの両楕円の中心Ｏ１，Ｏ２間の距離Ｗが０Ｄ～２Ｄとなるように配置されることが好ましく、中心間距離Ｗが０．５Ｄ～１．５Ｄの範囲にあることがより好ましい。なお、中心間距離Ｗは０Ｄ（つまり、中心Ｏ１，Ｏ２が重なっている状態）であっても構わない。このとき、噴出開口３は噴出孔５ａ，５ｂの両楕円が一部重複する形状となる。本実施形態における中心間距離Ｗは、１．３Ｄに設定されている。

[0022] また、各対の噴出孔５ａ，５ｂから高温ガス通路２へ噴出される冷却媒体Ｃの噴出方向の壁面１に平行な成分、すなわち、壁面１と直交する方向から見て、噴出孔５ａ，５ｂの楕円形状の長軸方向と、高温ガスＧの流れ方向とがなす水平方向噴出角度θ１は、５～８５°の範囲にあることが好ましく、２５～３５°の範囲にあることがより好ましい。本実施形態における水平方向噴出角度θ１は、約３０°に設定されている。他方、図３に示すように、各対の噴出孔５ａ，５ｂから高温ガス通路２へ噴出される冷却媒体Ｃの噴出方向と壁面１とがなす縦方向噴出角度θ２は、５～８５°の範囲にあることが好ましく、２０～４０°の範囲にあることがより好ましい。本実施形態における縦方向噴出角度θ２は、約３０°に設定されている。

[0023] さらに、壁面１の壁内、つまり壁面１を形成する壁１５の一部における供給通路７の長さＬ１と、供給通路７の出口７ａ（供給通路７と分岐通路７１，７２との境界）から噴出開口３までの距離Ｌ２の比は、Ｌ１：Ｌ２＝３～５：２～４の範囲にあることが好ましく、３．５～４．５：２．５～３．５の範囲にあることが特に好ましい。本実施形態においては、Ｌ１：Ｌ２＝３：２に設定されている。また、供給通路長さＬ１は、供給通路７の孔径Ｄとの関係において、０Ｄ～１０Ｄの範囲にあることが好ましく、１Ｄ～５Ｄの範囲にあることがより好ましい。ここで、供給通路長さＬ１が０Ｄであるとは、供給通路７は存在するがその長さＬ１が極めて微小であることを意味する。一方、供給通路－噴出開口間距離Ｌ２は、０．５Ｄ～６Ｄの範囲にあることが好ましく、１Ｄ～４Ｄの範囲にあることがより好ましい。これらの範囲を外れると、直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２の直進性が不十分となり、所望の強さ

の渦流Ｓ１，Ｓ２が得られない。なお、供給通路長さＬ１および供給通路－噴出開口間距離Ｌ２は、いずれも、供給通路７の軸心に沿った長さおよび距離である。本実施形態では、供給通路長さＬ１を３Ｄ、供給通路－噴出開口間距離Ｌ２を２Ｄに設定している。実験によれば、供給通路長さＬ１、供給通路－噴出開口間距離Ｌ２をこのように設定した場合、フィルム効率が従来に比べて２倍～３倍に向上した。

[0024] さらに、仮想直交面ＶＰに対する振り分け部９の傾斜角度αは、３０～８５°の範囲にあることが好ましく、６０～８０°の範囲にあることがより好ましい。本実施形態において、傾斜角度αは７０°に設定されている。振り分け部９を平坦面として形成し、かつ、傾斜角度αをこのように設定することにより、振り分け部９から流出する分離流Ｆ３の量が適切となり、直進冷媒流Ｆ１とＦ２との分離が効果的になされる。その結果、図５の直進冷媒流Ｆ１，Ｆ２間に、確実に低圧部が形成され、渦流Ｓ１，Ｓ２が一層強力に冷却媒体Ｃの流れを壁面１に押し付ける。ただし、振り分け部９は平坦面でなく、若干後方へ凹入した湾曲面として形成してもよい。

[0025] 以上の冷却構造によれば、図６に示すように、各対の噴出孔５ａ，５ｂからの冷却媒体Ｃが、低圧部１１に巻き込まれた渦流Ｓ１，Ｓ２によって壁面１に押し付けられて、壁面１の広い範囲に接触し、冷却媒体Ｃのフィルム流が形成される。このようにして冷却媒体Ｃが壁面１から剥離することが抑制され、壁面１上におけるフィルム効率が高められて、壁面１が効果的に冷却される。図７は、図２に示す噴出孔５ａ，５ｂを形成した場合に、壁面１上に得られるフィルム効率$\eta_{f,ad}$の等値線図を示している。同図から明らかなように、各噴出孔５ａ，５ｂから噴出される冷却媒体Ｃは、その下流域に、フィルム効率１．０の領域を、その周りにはフィルム効率０．８の領域を、さらに、その周りにはフィルム効率０．６の領域を、それぞれ広域にわたって形成している。このような極めて高いフィルム効率を有する冷却媒体Ｃのフィルム流を壁面１に形成することにより、冷却媒体Ｃの壁面１からの剥離が阻止されて壁面１の効率的な冷却が行われる。

[0026] ［実施例］

図８ないし図１０は、本発明をガスタービンのタービン翼に適用した実施例を示す。ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機、圧縮機からの圧縮空気に燃料を供給して燃焼させる燃焼器、燃焼器からの高温、高圧の燃焼ガスにより駆動されるタービンとを備えている。前記タービンは、図９に示すタービンディスク２１の外周に多数の動翼２３を植設したものである。図８に示す動翼２３の翼面（壁面１）における前縁２５から若干後方寄りの部分に、６対の噴出孔５ａ，５ｂが径方向に並べて配置されており、これら噴出孔５ａ，５ｂが、隣接する動翼２３間の高温ガス（燃焼ガス）通路２に臨んでいる。

[0027] 動翼２３の内部には、図９に示す折り返した冷却媒体通路２７が形成されており、この冷却媒体通路２７の中途部に噴出孔５ａ，５ｂが連通している。圧縮機から抽気された空気からなる冷却媒体Ｃが、タービンディスク２１内の通路から冷却媒体通路２７に導入され、噴出孔５ａ，５ｂから噴射されたのち、翼端２９に開口させた噴出孔３１から通路２内に噴出される。こうして、図１０に示す壁面１である翼面に開口した噴出孔５ａ，５ｂから噴射される冷却媒体Ｃにより、翼面１上に冷却媒体Ｃのフィルム流ＣＦが形成されて、動翼２３が効果的に冷却される。

[0028] 上記実施例では、複数対の噴出孔５ａ，５ｂを、上下方向１列に等間隔に並べて配置した例について説明したが、複数対の噴出孔５ａ，５ｂの数および配置は適宜選択してよい。例えば、複数対の噴出孔５ａ，５ｂを径方向に等間隔に並べた列を、前後方向に離して２列設けて、前側の列の各対の噴出孔５ａ，５ｂの径方向位置と、後側の列の各対の噴出孔５ａ，５ｂの径方向位置とをずらして配置してもよい。

[0029] 本発明は、ガスタービンの動翼のほかに、静翼、燃焼器の内筒などのように、高温ガスの通路に臨む壁面に対して広く適用できる。

[0030] 以上のとおり、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能

である。したがって、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

産業上の利用可能性

[0031] 本発明は、ガスタービンエンジンにおける動翼、静翼、燃焼器の内筒などのように高温ガスの通路に臨む壁面に噴出孔を設け、この噴出孔から噴出される冷却媒体を壁面に沿って流すことによって壁面の冷却を行うフィルム冷却構造において、冷却媒体が壁面から剥離することを抑制し、壁面を効果的に冷却するために有用である。さらに、本発明は、ガスタービンの動翼のほかに、静翼、燃焼器の内筒などのように、高温ガスの通路に臨む壁面に対して広く適用することができる。

符号の説明

[0032] １　壁面

２　高温ガス通路

５ａ，５ｂ　１対の噴出孔

７　供給通路

９　振り分け部

Ａ，Ｂ　冷却媒体の噴出方向

Ｓ１，Ｓ２　渦流

Ｃ　冷却媒体

Ｄ　供給通路の孔径

Ｇ　高温ガス

θ１　水平方向噴出角度

θ２　縦方向噴出角度

請求の範囲

[請求項1] 高温ガスの通路に臨む壁面に、冷却媒体を前記通路に噴出する１対以上の噴出孔が設けられ、

前記各対の噴出孔に前記冷却媒体を供給する単一の供給通路が壁内に形成され、

前記各対の噴出孔の間に、これら噴出孔の後端よりも前方に位置し、前記供給通路からの冷却媒体を各対の噴出孔に振り分ける振り分け部が形成され、

各対の噴出孔からの冷却媒体が、これら冷却媒体を互いに前記壁面に押しつける方向の渦流を形成するように、前記冷却媒体の噴出方向が、前記高温ガスの流れ方向に対して傾斜して設定されている、ダブルジェット式フィルム冷却構造。

[請求項2] 請求項１において、前記振り分け部は、この振り分け部に衝突する冷却媒体の進入方向と直交する仮想直交面に対し、前記進入方向と直交する軸心回りに後方へ傾斜しているダブルジェット式フィルム冷却構造。

[請求項3] 請求項１または２において、前記１対の噴出孔からの前記冷却媒体の各噴出方向の、前記高温ガスの流れ方向に対する前記壁面に沿った水平方向噴出角度が、前記流れ方向を挟んで互いに反対方向を向くθ１に設定されているダブルジェット式フィルム冷却構造。

[請求項4] 請求項１から３のいずれか一項において、前記水平方向噴出角度θ１が５～８５°の範囲にあるダブルジェット式フィルム冷却構造。

[請求項5] 請求項１から４のいずれか一項において、前記各噴出孔から前記高温ガス通路へ噴出される前記冷却媒体の噴出方向と前記壁面とがなす縦方向噴出角度θ２が５～８５°の範囲にあるダブルジェット式フィルム冷却構造。

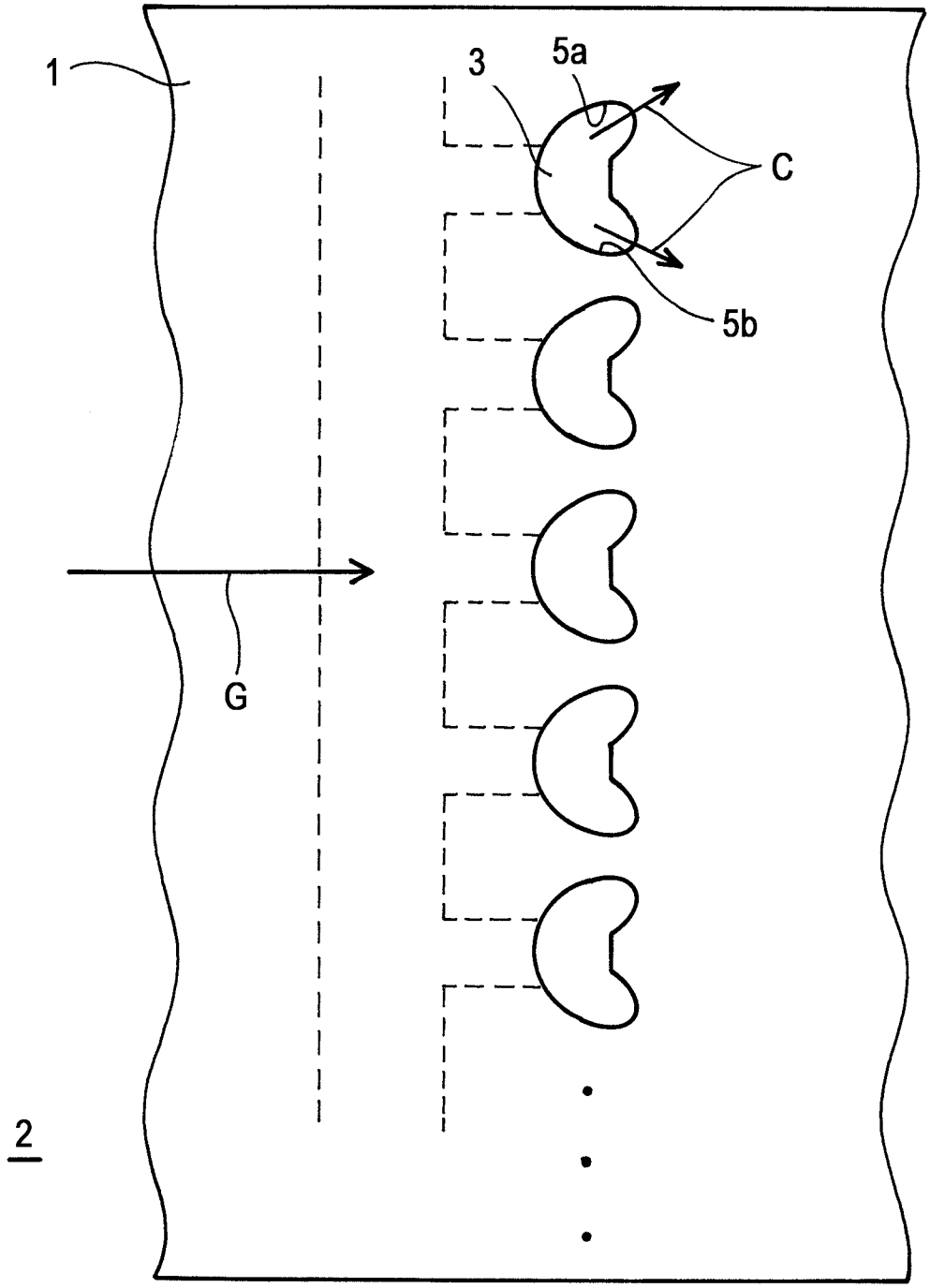
[請求項6] 請求項１から５のいずれか一項において、前記１対の噴出孔の、前記壁面に臨む開口における、前記振り分け部を除いた形状が、それぞ

れ、前記噴出方向を長軸とするほぼ楕円形状であり、これら２つの楕円形状の中心間隔が、前記供給通路の孔径Ｄに対して０～２Ｄに設定されているダブルジェット式フィルム冷却構造。

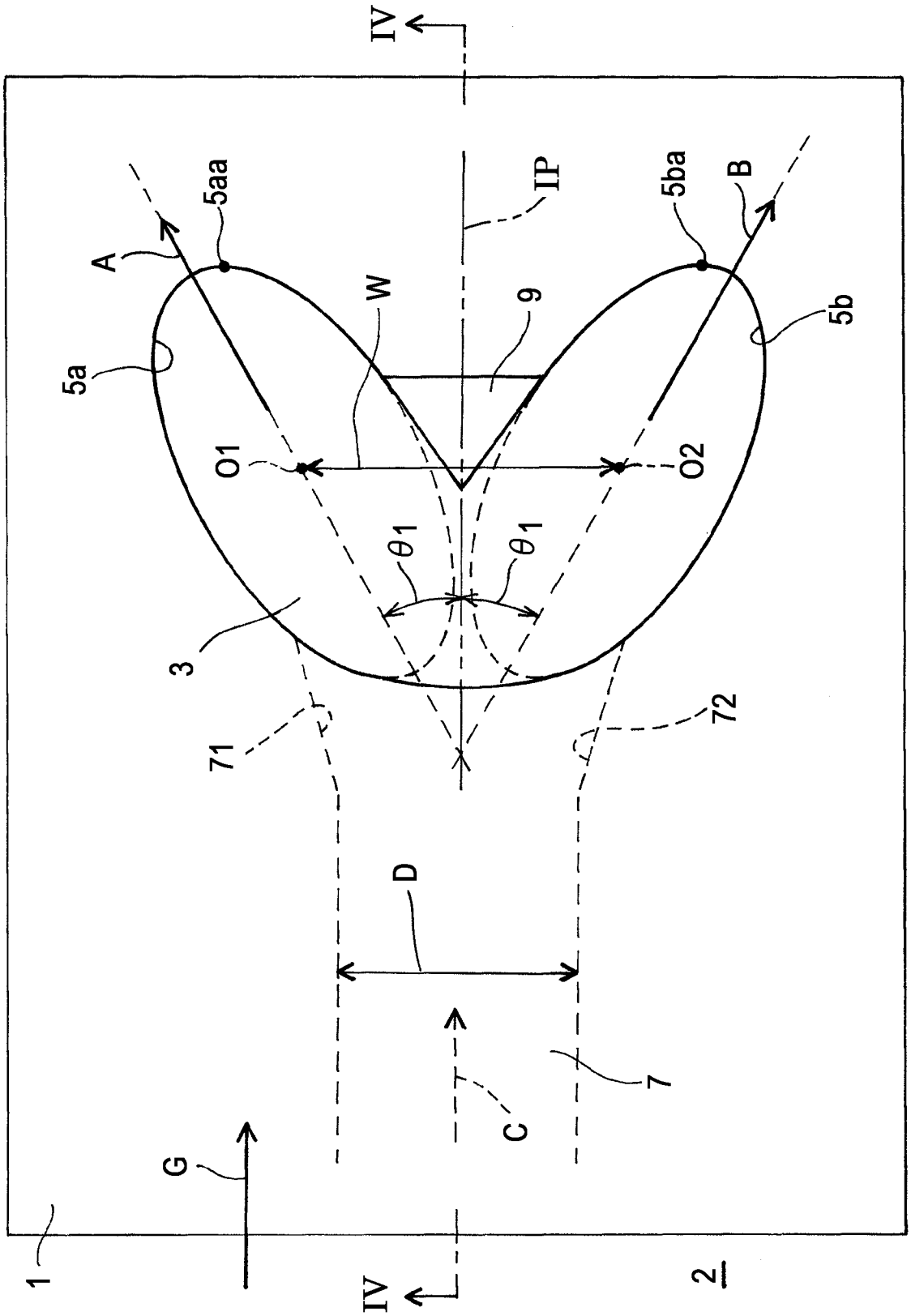
[請求項7] 請求項１から６のいずれか一項において、前記供給通路の長さＬ１が、前記供給通路の孔径Ｄに対して０～１０Ｄに設定されているダブルジェット式フィルム冷却構造。

[請求項8] 請求項１から７のいずれか一項において、前記供給通路の出口から前記１対の噴出孔の前記壁面に臨む開口までの距離Ｌ２が、前記供給通路の孔径Ｄに対して０．５～６Ｄに設定されているダブルジェット式フィルム冷却構造。

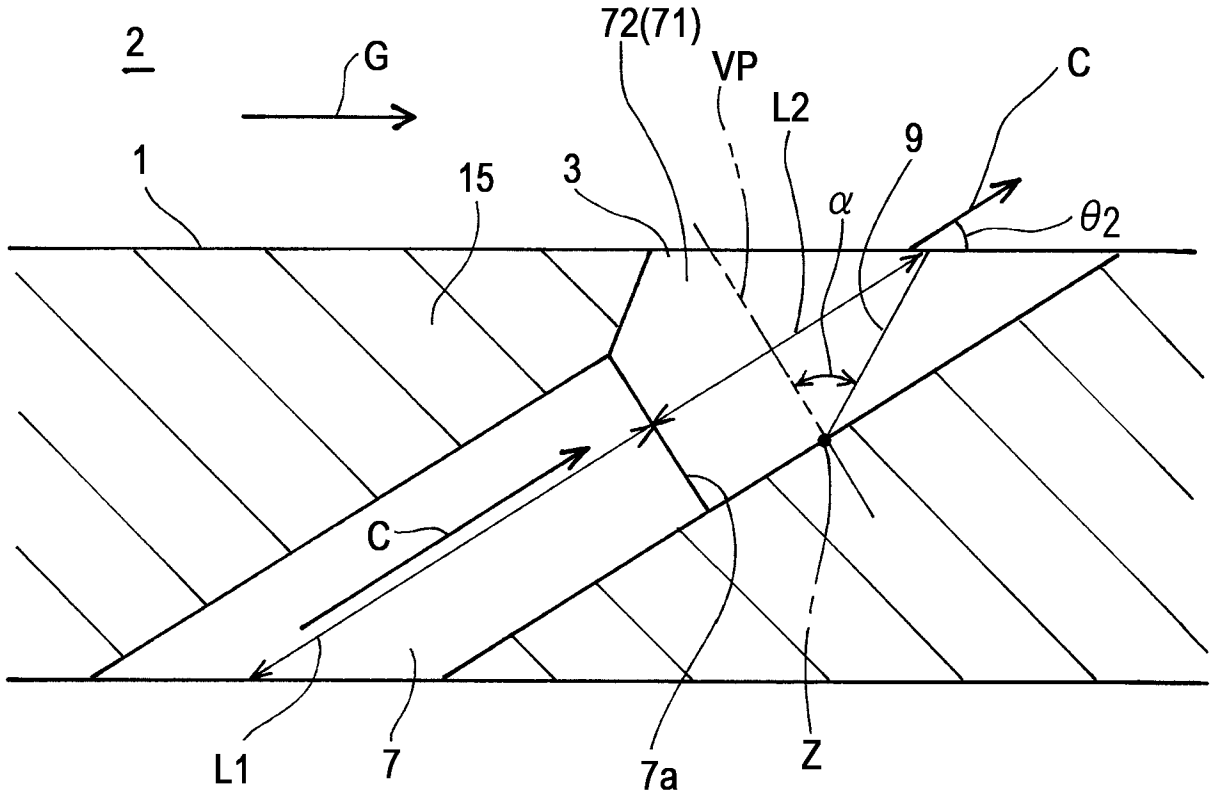
[図1]



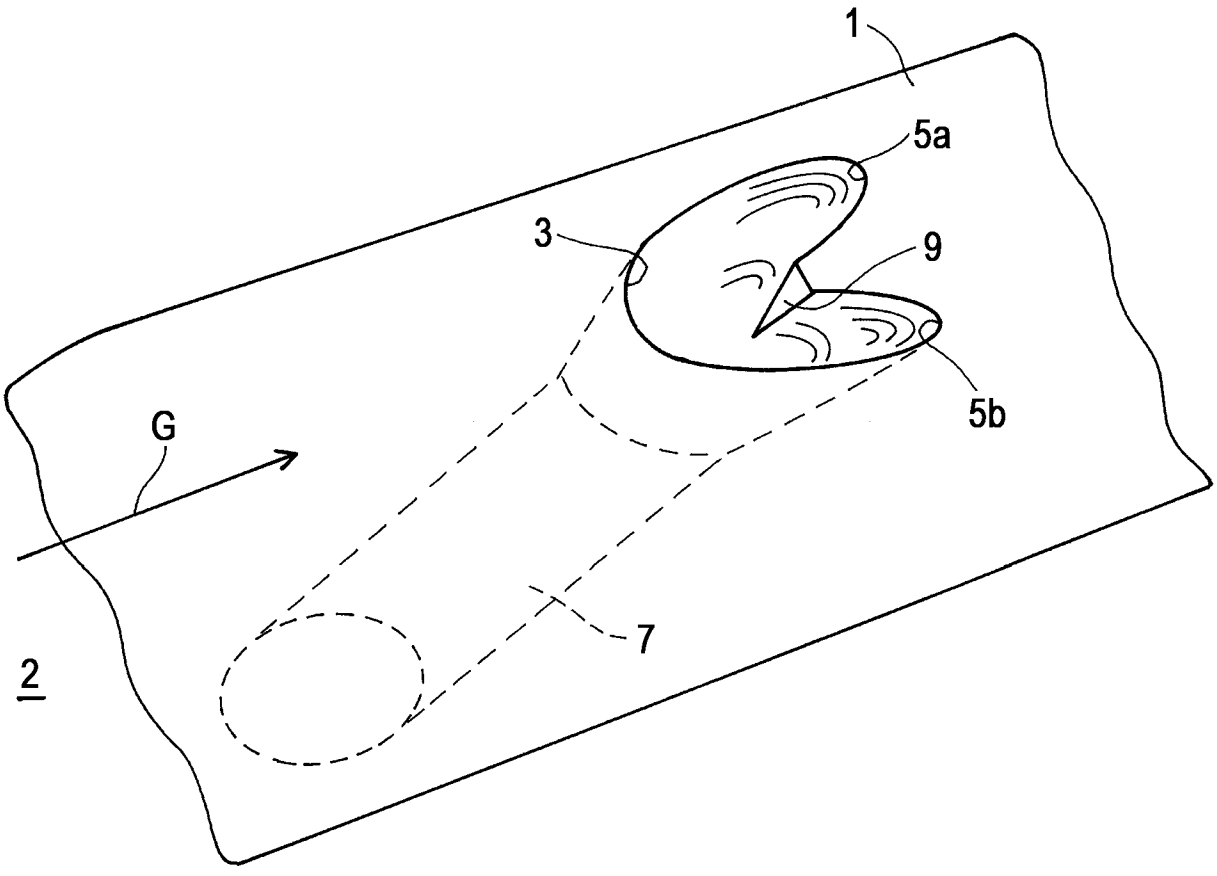
[図2]



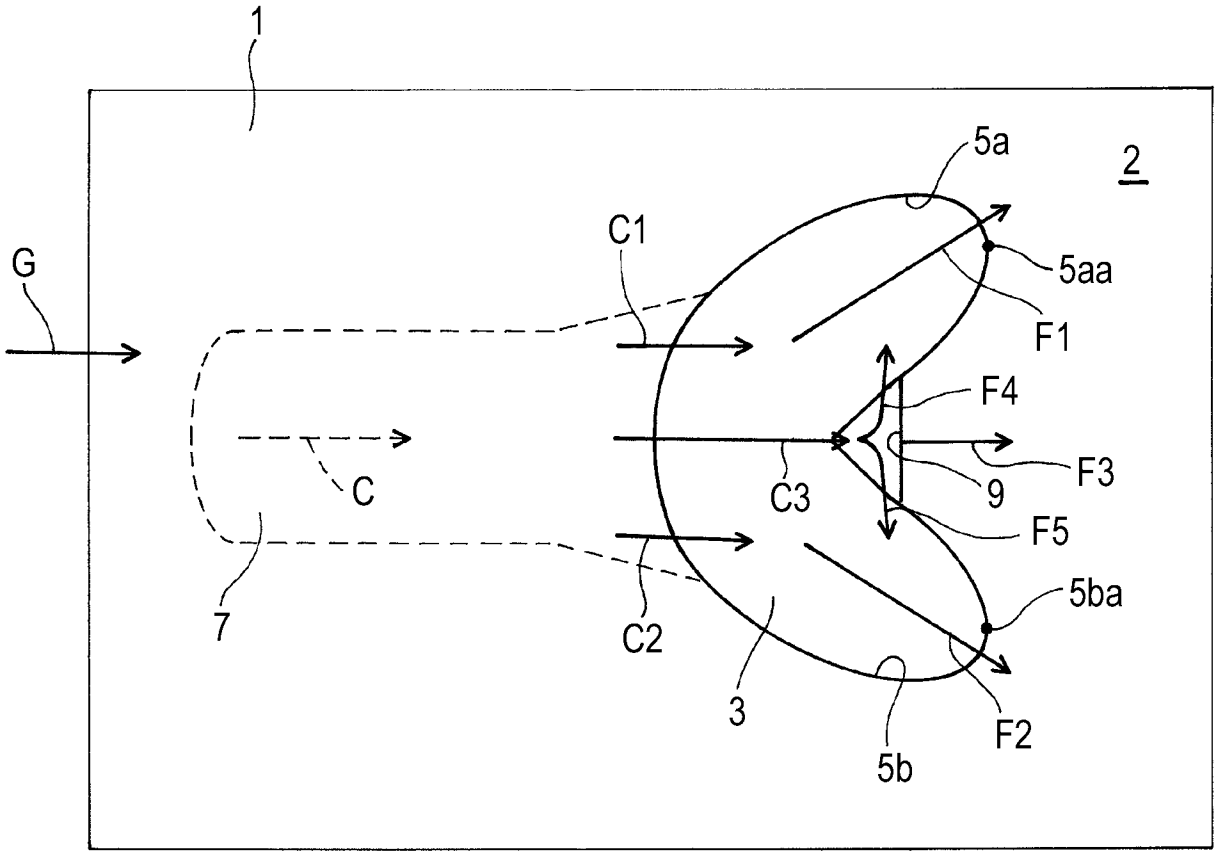
[図3]



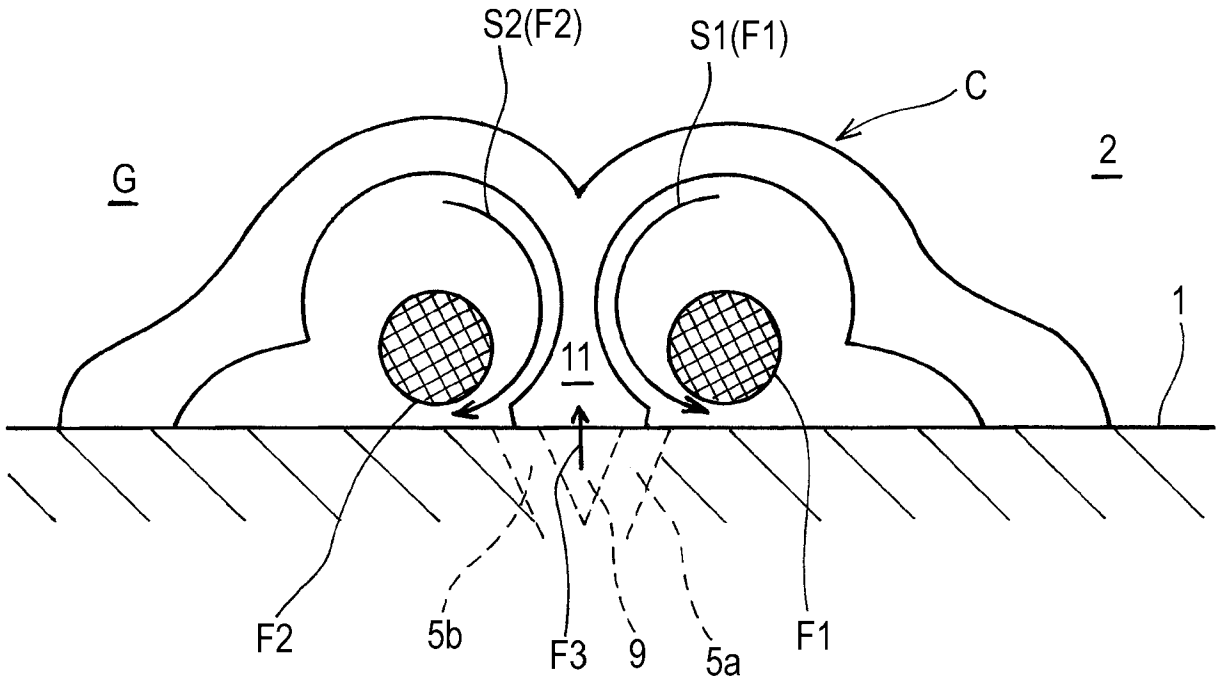
[図4]



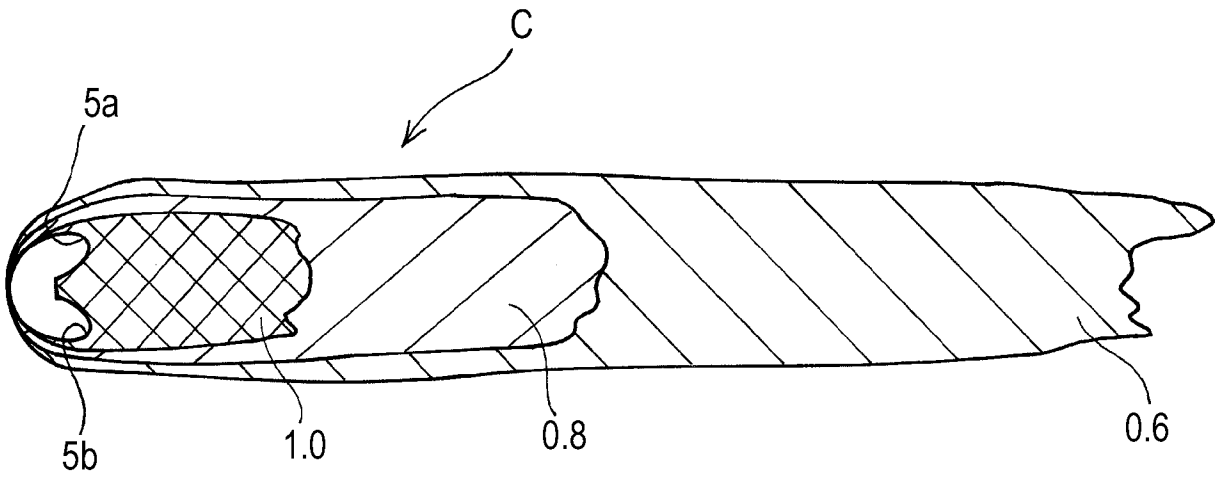
[図5]


1
2
5a
5aa
C1
G
F1
F4
F3
9
F5
C
C3
7
C2
5ba
3
F2
5b

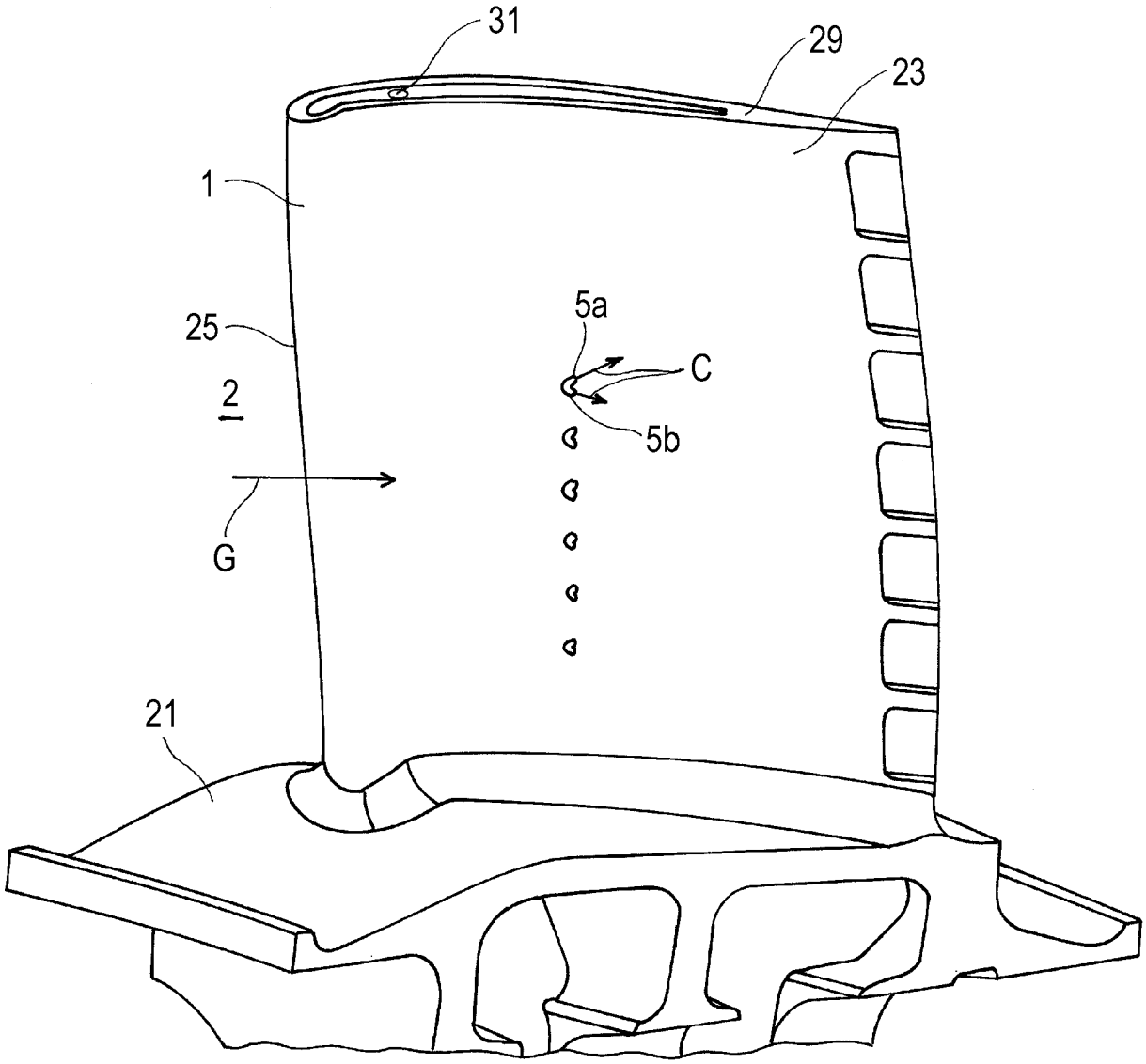
[図6]


S2(F2)
S1(F1)
C
G
2
1
11
F2
5b
F3
9
5a
F1

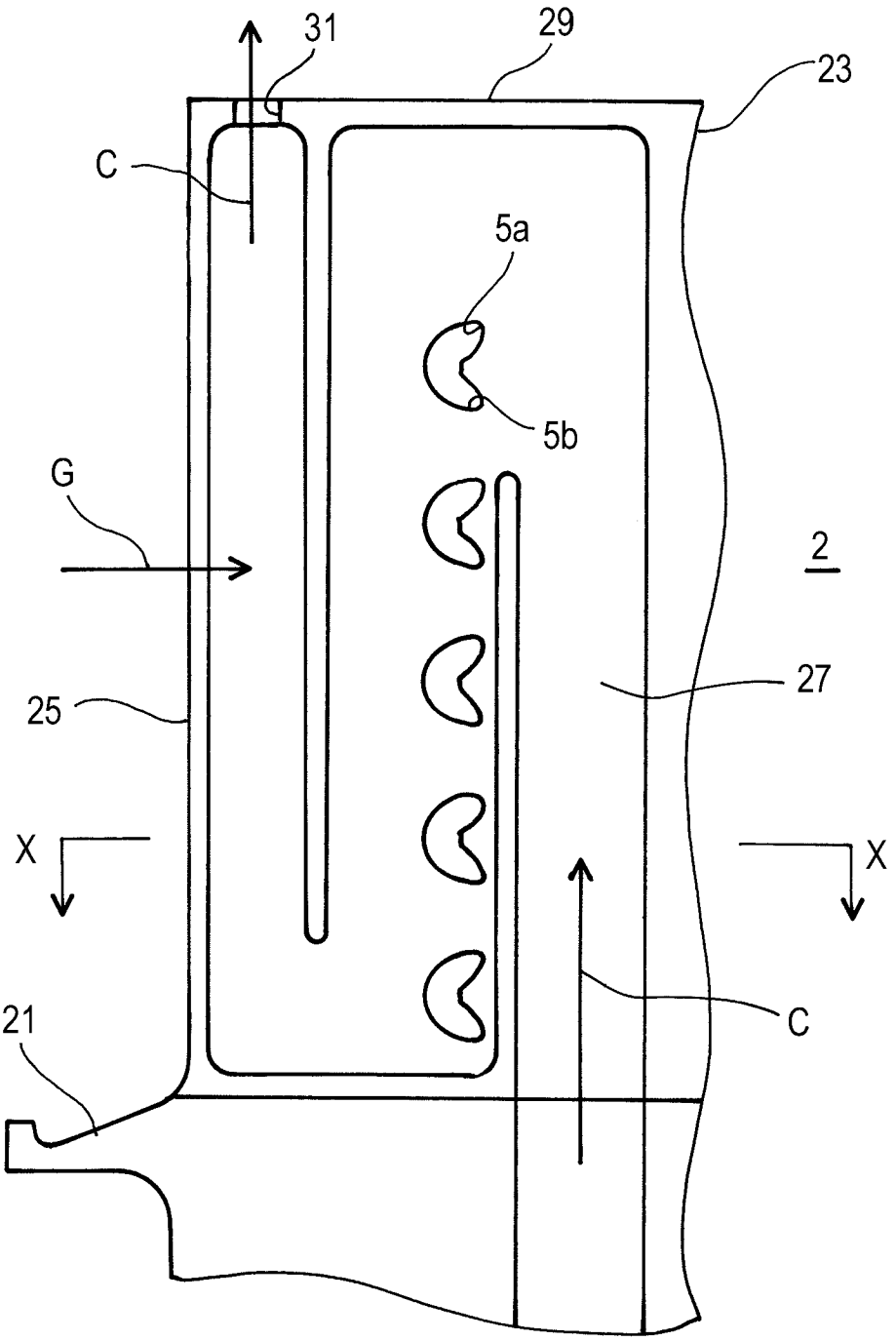
[図7]



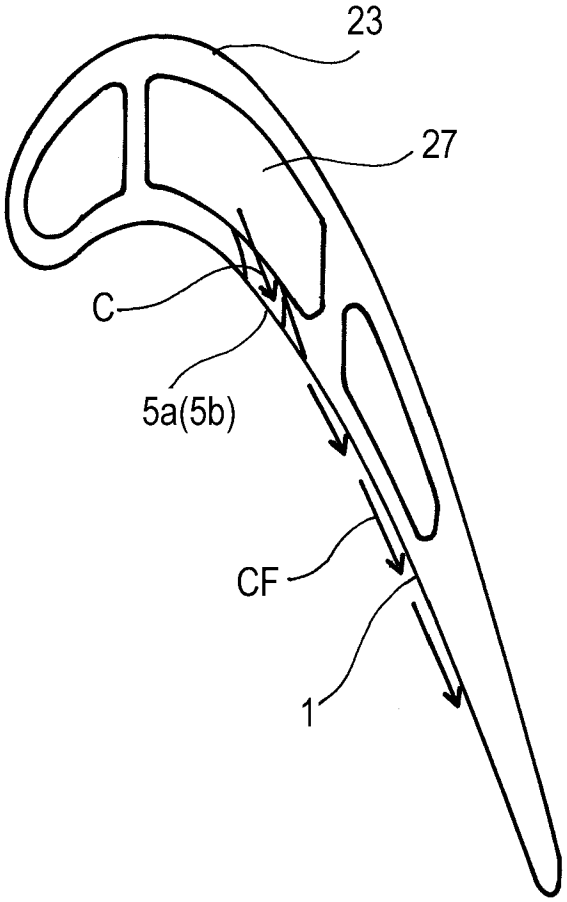
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/001207

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01D5/18(2006.01)i, *F01D9/02*(2006.01)i, *F02C7/18*(2006.01)i, *F23R3/06*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01D5/18, F01D9/02, F02C7/18, F23R3/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2007/052337 A1 (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 10 May 2007 (10.05.2007), paragraphs [0019] to [0025]; fig. 1, 2, 5 & US 2008/0286090 A1 & EP 1967696 A1 & CA 2627958 A	1-5,7,8 6
Y	JP 2008-8288 A (United Technologies Corp.), 17 January 2008 (17.01.2008), paragraph [0014]; fig. 4 & US 2008/0003096 A1 & EP 1873353 A2 & SG 138539 A	6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 March, 2011 (24.03.11)	12 April, 2011 (12.04.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/001207

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-9785 A (General Electric Co.), 12 January 2006 (12.01.2006), fig. 3, 6, 9 & US 2005/0286998 A1 & EP 1609949 A1 & CA 2504165 A1	6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／００１２０７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F01D5/18(2006.01)i, F01D9/02(2006.01)i, F02C7/18(2006.01)i, F23R3/06(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F01D5/18, F01D9/02, F02C7/18, F23R3/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	WO 2007/052337 A1（石川島播磨重工業株式会社） 2007.05.10, 段落【0019】-【0025】, 第1,2,5図 & US 2008/0286090 A1 & EP 1967696 A1 & CA 2627958 A	1-5,7,8 6
Y	JP 2008-8288 A（ユナイテッド　テクノロジーズ　コーポレイション） 2008.01.17, 段落【0014】, 第４図 & US 2008/0003096 A1 & EP 1873353 A2 & SG 138539 A	6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２４．０３．２０１１	１２．０４．２０１１

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｔ　４６４７
稲葉　大紀
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９５

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2006-9785 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ） 2006.01.12, 第3,6,9図 & US 2005/0286998 A1 & EP 1609949 A1 & CA 2504165 A1	6